

Janne Rantala

Käyttöönoton selvitys raiteenmittausjärjestelmälle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

30.4.2013

Tekijä Otsikko	Janne Rantala Käyttöönotto selvitys raiteenmittausjärjestelmälle
Sivumäärä Aika	21 sivua 30.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaajat	kehitysinsinööri DI Pasi Kråknäs yliopettaja Vesa Rope
<p>Insinööriyön aiheena on Amberg Railin raiteenmittausjärjestelmän käyttöönoton selvitys. Työssä esitellään VR Trackin käytössä oleva raiteenmittausvaunu ja siihen saatavat moduulivaihtoehdot. Työssä kuvataan Amberg Rail 2.0 -ohjelmistolla toteutettava mittauksen kolmivaiheinen prosessi. Työssä käydään vaiheittain läpi vaadittavat toimenpiteet ennen mittauksia, mittauksen aikana ja mittauksen jälkeen.</p> <p>Työssä laadittiin mittausvaunun lopputuotteelle laadunvarmistusprosessi. Laadunvarmistuksessa on kerrottu lopputuotteen laatuun vaikuttavat toimenpiteet ja tarkistusmenettelyt.</p> <p>Testitulokset analysoitiin ja niitä pohdittiin. Tuloksien perusteella voidaan päätellä, että kentällä tehtäviä toimenpiteitä pitää kehittää. Testauksessa ilmitulleisiin ongelmiin selvitettiin ratkaisut laitteen valmistajan kanssa.</p> <p>Tämän insinööriyön tarkoituksena on helpottaa mittaajien raiteenkartoitustehtäviä.</p>	
Avainsanat	mittausvaunu, raidegeometria, takymetri, paikannus

Author Title	Janne Rantala Amberg Rail Track Measuring System
Number of Pages Date	21 pages 30.4.2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Land Surveying
Instructors	Pasi Kråknäs, Development Engineer, M.Sc. Vesa Rope, Principal Lecturer
<p>The topic of this final year project was to investigate initialization of Amberg Rail track trolley.</p> <p>The track measurement trolley of VR Track's Technology and Measurement service unit and the trolley's module alternatives are introduced in this survey. The track trolley uses Amberg Rail 2.0 as its software. The software's three faced process is also presented in this survey. All necessary procedures before, during and after the measurement are considered.</p> <p>Quality assurance of the track trolley's end product is composed in this survey. Inspection methods of quality assurance and procedures which have an effect on the end product's quality are reported in this survey.</p> <p>Results of the test measurement were analyzed. Based on these results, regenerative sectors were considered. Solutions for these problems were discussed with the manufacturer.</p>	
Keywords	Track trolley, Track geometry, Total Station, Positioning

Sisällys

Lyhenteet, termit ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	VR Group	2
2.1	VR Yhtymä Oy	2
2.2	VR Track Oy	2
2.3	Teknologiakehitys ja mittaus	3
3	Rautatiet	4
3.1	Suomen rataverkko	4
3.2	Raiteen asema	4
3.3	Ratakilometrijärjestelmä	5
3.4	Rautatien sijaintitoleranssi	7
3.5	Raiteen mittauspoikkeama	8
4	Amberg Technologies	9
4.1	Amberg GRP System FX	9
4.2	Moduuleista koostuva Amberg GRP System FX -mittausvaunu	9
4.3	GRP System FX -mittausperiaate	11
4.3.1	Stop & Go -mittausmenetelmä (liikkumaton mittaus)	11
4.3.2	Kinemaattinen mittausmenetelmä	11
4.4	Amberg Rail 2.0 -ohjelmisto	12
4.4.1	Amberg Survey	12
4.4.2	Amberg Slab Track	12
4.4.3	Amberg Tamping	12
4.4.4	Amberg Clearance	12
5	Amberg Rail 2.0 -ohjelmiston käyttö	13

5.1	Mittauksen aloitus ja asetukset	13
6	Mittauskalusto ja sovelluskohteet	14
6.1	Mittauslaitteet	14
7	Laadunvarmistus mittausvaunulle	15
8	Työskentely rautatieympäristössä ja työturvallisuusasiat	17
9	Testimittauksen tuloksia ja johtopäätöksiä	19
	Lähteet	20

Lyhenteet, termit ja käsitteet

ATU	Aukean tilan ulottuma. Aukealla tilalla tarkoitetaan raidetta pitkin ulottuvaa tilaa, jonka sisälle ei saa sijoittaa kiinteitä rakenteita tai laitteita.
GNSS	Global Navigation Satellite System; maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä
GRP System FX	Amberg Rail -raiteenmittausjärjestelmä
Kallistuma	Raiteen kallistuksella tarkoitetaan sisäkaarteiden puoleisen kiskon ja ulkokaarteiden puoleisen kiskon korkeuseroa. Korkeusero mitataan kiskojen keskeltä kulkupintojen kohdalta 1600 mm:n etäisyydellä toisistaan.
Kiintopiste	Maastoon pysyvästi merkitty maastonkohta, jonka sijainti tiedetään tarkasti koordinaatistossa.
Nuotti	Nosto- ja sivusiirtoarvo, jonka mukaan raiteentukemiskone korjaa raiteen asemaa suhteessa suunniteltuun raidegeometriaan.
Pituusmittausraide	Pituusmittausraide on yleensä linjaraide, jota pitkin ratakilometrimittaus tehdään. Muille rinnakkaisille raiteille pituusmittausta projisoidaan raiteen keskilinjasta kohtisuorasti.
Raidegeometria	Käsittää raiteen keskilinjan ja korkeusviivan.
Raideleveys	Lyhin etäisyys kiskojen kulkureunojen välillä 14 mm kiskon selän alapuolella
Raideväli	Kahden raiteen keskilinjojen välinen etäisyys vaakatasossa
Raiteen asema	Raiteen keskilinjan absoluuttinen sijainti vaakatasossa ja raiteen korkeusviivan sijainti pystytasossa. Esitetään koordinaatteina.

Raiteen asento	Raiteen todellisen keskilinjan geometrinen muoto, sen suhteellinen sisäinen geometria itseensä nähden.
Raiteentukemiskone	Raiteentukemiskone asettaa ja tukee kiskot tarkasti oikeaan paikkaan sekä leveys- että korkeussuunnassa.
Ratatyölupa	RT-ilmoitus on liikenteenohjaukselle annettava kirjallinen ilmoitus ratatyöstä.
RSU	Ratatyön suojaulottuma on pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisällä ei saa työskennellä ilman ratatyölupaa tai turvamiesmenettelyä.
Rautatiealue	Liikenneviraston hallinnoiva alue rakennuksineen ja rakennelmineen, jota käytetään rautatieliikenteen hoitamiseen, kuten rata, liikenteenohjaus- ja turvalaitetilat sekä muut rautatieturvallisuuteen vaikuttavilla tarkoitetut tilat.
TPS	Total Station Positioning System. Robottitakymetri.
Turvamies	Turvamiespätevyyden saanut henkilö, joka on kirjallisesti (esimerkiksi paperi, sähköposti tai faksi) määrätty toimimaan turvamiestehtävissä. Turvamiehen tehtävä rautatieympäristössä on varoittaa RSU sisällä työntekijöitä kiskoilla lähestyvistä junasta tai työkoneesta ≤ 140 km/h sallituilla radoilla.

1 Johdanto

Tämän insinööri työn tarkoituksena oli selvittää raiteenmittausvaunun (myöhemmin mittausvaunu) käyttöönottoon liittyviä asioita ja suorittaa mittausvaunulla testejä. Työssä esitellään mittausvaunu ja siihen saatavat moduulivaihtoehdot sekä Amberg Rail 2.0 -ohjelmisto sovelluksineen. Työssä käydään läpi projektin perustaminen ja valmisteltavat toimenpiteet Amberg Rail 2.0 -ohjelmistossa ennen mittauksen aloittamista sekä mittauksen aikana käytettävät toiminnot. Mittauksien jälkeen tehtävät jälkilaskennat ja tuloksien raportointi on kuvattu työssä lyhyesti.

Mittausvaunun sovelluskohteet selvitetään lyhyesti työssä. Työssä laadittiin mittausvaunulle laadunvarmistusmenettely. Työskentelyyn rautatieympäristössä ja työturvallisuusasioihin luodaan lyhyt katsaus. Lisäksi tämän insinööri työn yhteydessä laaditaan mittausvaunusta yksityiskohtaiset työohjeet.

Mittausvaunun testituloksia analysoidaan. Testissä ilmitulleita käyttöön liittyviä haasteita selvitetään ja haasteelliset tapaukset kehitetään toimivaksi ratkaisuksi. Testimittauksien perusteella kehitetään mittausvaunun käyttöä sujuvammaksi.

Insinööri työstä on poistettu liikesalaisuutena pidettävät osuudet.

2 VR Group

2.1 VR Yhtymä Oy

VR Yhtymä Oy on monipuolinen ja ympäristöystävällinen palveluyritys, joka tarjoaa matkustuksen, logistiikan ja infrarakentamisen palveluita asiakkailleen. Suomen valtio omistaa koko VR Yhtymän. VR Yhtymä koostuu kolmesta asiakasryhmien ympärillä toimivasta liiketoiminnasta. Liiketoimintoja ovat VR, VR Transpoint ja VR Track. VR huolehtii matkustajaliikenteestä, VR Transpoint harjoittaa logistiikkaa ja VR Track on erikoistunut infrarakentamiseen. Liiketoimintoja tukevat junaliikennöinti- ja kunnossapitoyksiköt, Venäjä ja kansainväliset toiminnot -divisioona. [1; 2.]

VR Yhtymässä työskentelee noin 10 000 eri alojen ammattilaista, joista 20 % työskentelee VR Trackissä. Liikevaihto vuonna 2012 oli 1 437,8 miljoonaa euroa. [1; 2.]

2.2 VR Track Oy

VR Track on Suomen suurin yritys radan rakentajana ja radan kunnossapitäjänä. VR Track on erikoistunut infrarakentamisen ja radanpidon suunnittelu-, rakentamis- ja kunnossapitopalveluihin. VR Track on entistä enemmän mukana myös ratojen ulkopuolissa insinöörirakentamisen hankkeissa. Täten VR Track on Suomen suurimpien joukossa insinööritoimistona ja rakennusyrityksenä. Toimialue on koko Suomi, ja lisäksi palveluita tarjotaan etupäässä Ruotsiin, Venäjälle ja Baltian maihin. VR Trackin asiakkaita ovat valtio, kunnat, satamat ja yritykset, jotka tarvitsevat rautatie- ja infrarakentamispalveluja.

Vuonna 2012 VR Trackin liikevaihto oli 273,9 miljoonaa euroa. Yrityksessä työskentelee noin 2 200 eri alojen ammattilaista. [2; 3.]

2.3 Teknologiakehitys ja mittaus

Teknologiakehitysyksikkö vastaa erikseen sovittujen, uutta teknologiaa hyödyntävien hankkeiden kehitystyöstä ja ohjauksesta. Käynnissä olevat hankkeet liittyvät monipuolisesti työkoneohjauksen sekä mittaus- ja mallinnustekniikan kehittämiseen.

VR Track Oy:n mittaushenkilöstöllä on pitkät perinteet maastomittauksista. Mittauksia rautatieympäristössä on tehty vuodesta 1862 alkaen. Mittausmenetelmät ja -laitteet ovat vuosien saatossa muuttuneet, ja nykyään käytössä on alan viimeisintä teknologiaa. Mittauspalveluissa työskentelee tällä hetkellä 35 mittausalaa ammattilaista koko Suomen alueella. Mittauspalvelut tarjoaa kokonaisvaltaisia asiantuntijapalveluita ympäristön rakentamis-, suunnittelu-, analysointi- ja ylläpitotehtäviä varten. [6]

Palvelutarjonta kattaa lähes kaikki mittausalaa tuotteet ja palvelut:

- Tietomalleihin ja koneohjaukseen liittyvät palvelut
- Laserkeilaus
- Rakentamisen aikaiset mittaukset
- Maastomallimittaukset
- Geodeettiset mittaukset
- Erikoismittaukset
- Laadunvalvonta ja seurantamittaukset
- Muut maastomittaukset ja laskennat
- Estemittaukset
- Kaapelikartoitukset
- Asiantuntijapalvelut.

3 Rautatiet

3.1 Suomen rataverkko

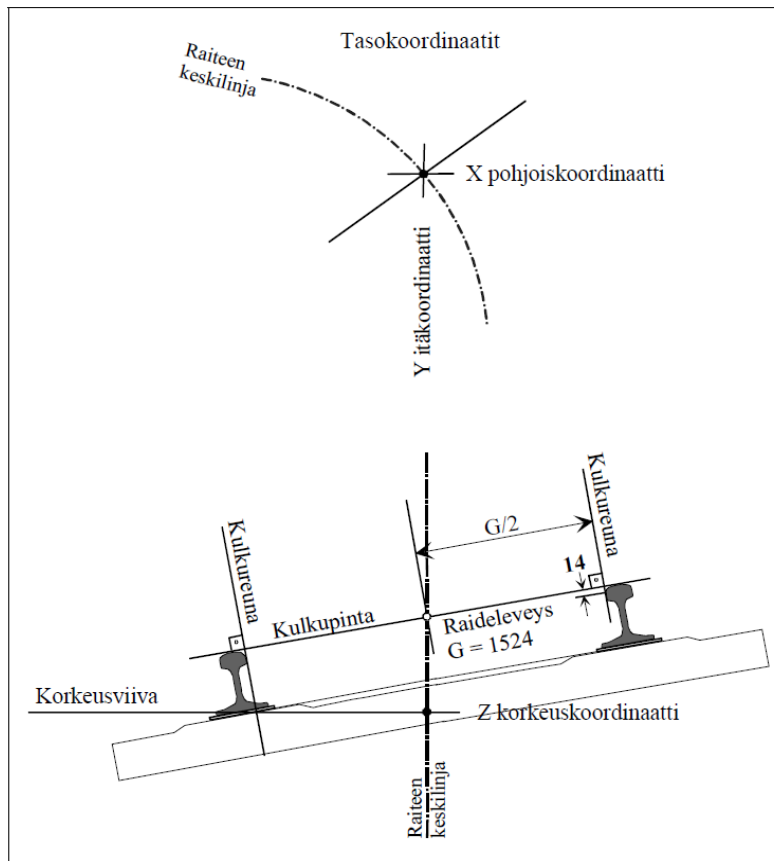
Rataverkon ylläpito, kehittäminen ja kunnossapito ovat Liikenneviraston vastuulla. VR Group toimii tällä hetkellä pääasiallisena liikenneoperaattorina Suomen rataverkolla. Suomen rataverkon kokonaispituus on 5 944 kilometriä, joista 3 073 kilometriä on sähköistetty. Vuosittain rataverkon kunnossapitoon käytetään noin 200 miljoonaa euroa. Rataverkon tärkeimmät reitit ovat Päärata (Helsinki–Riihimäki–Tampere–Oulu), Rantarata (Helsinki–Turku) ja Oikorata (Helsinki–Lahti). [11]

3.2 Raiteen asema

Määrittämällä raiteelle keskilinja ja korkeusviiva saadaan raidegeometrialle teoreettinen sijainti eli raiteen teoreettinen asema. Raiteen keskilinja määrittää raiteen sijainnin vaakatasossa ja korkeusviiva korkeussuunnan sijainnin, kuten kuvassa 1 on esitetty [14, s.16–17.]

Maastossa mitattu keskilinja ja korkeusviiva määrittävät raiteen todellisen aseman. Mitatut ratatiedot saavat poiketa toleranssien verran teoreettisesta asemasta. Suuremmat poikkeamat saattavat muuttaa raidegeometrisiä parametreja.

Raiteen todellinen ja suunniteltu asema on sidottu geodeettiseen koordinaatistoon. Vaakatasossa käytetään tasokoordinaatistoa (xy). Korkeusviiva on sidottu korkeuskoordinaatistoon (h). [14]



Kuva 1. Raiteen korkeusviiva ja keskilinja [9]

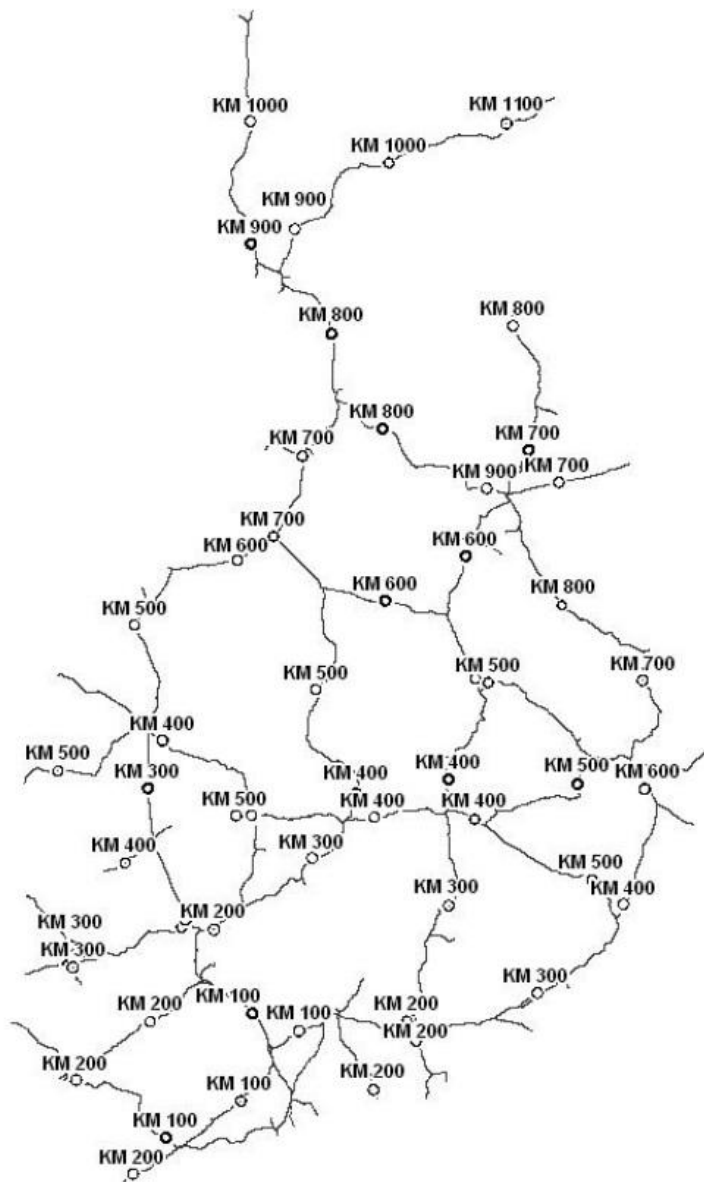
3.3 Ratakilometrijärjestelmä

Ratakilometrijärjestelmä on rautateiden oma paikannusjärjestelmä. Ratakilometrijärjestelmän avulla pystytään määrittämään erilaisten kohteiden sijainti rataverkolla. Ratakilometri on määriteltä seuraavasti:

Ratakilometri on nimetty määrämittainen osuus rataa. Sen pituus on kahden peräkkäisen kilometrimerkkin väli pituusmittausraidetta pitkin. Ratakilometri on nimetty arvoiltaan pienimmän kilometripylvään tunnuksen mukaan. Jokaiselta kilometrimerkiltä alkaa uusi mittausjakso, joka päättyy seuraavaan kilometrimerkkiin. Ratakilometrin pituus on kilometrimerkkien pituusmittausraiteella olevien projektipisteiden todellinen vaakasuora välimatka pituusmittausraiteen keskilinjaa pitkin. Pituuslaskenta tehdään geometriatiedoston elementeistä. Ne on määriteltä vaakasuoraan XY- tasoon. Korkeustieto ei ole mukana ratakilometrin pituusmäärittelyssä. [9. s. 69.]

Ratakilometrien laskeminen aloitetaan Helsingin rautatieasemalta, ja kilometrit kasvavat Helsingistä poispäin, kuten kuvasta 2 ilmenee. Ratakilometrin pituus on yleensä 1 000 m, mutta poikkeuksiakin on. Yleisimmät syyt pituuden muutoksiin ovat rataoikai-

sut, raidegeometriamuutokset, kilometrimerkkien siirtymiset, asennusvirheet ja parantunut mittaustarkkuus. Ratakilometri esitetään muodossa km + m, km ilmaisee etäisyyttä Helsingistä pituusmittausraidetta pitkin ja m tarkoittaa etäisyyttä kyseisestä kilometristä. [9; 19.]



Kuva 2. Suomen rataverkko ja ratakilometrien sijoittuminen 100 km:n välein [19].

3.4 Rautatien sijaintitoleranssi

Liikennevirasto on määritellyt rautatielle tietyt sivu- ja korkeuspoikkeamat uusille ja liikenteen käytössä oleville rautateille. Taulukossa 1 on määritelty korkeuspoikkeamat. Taulukossa Jk-raide tarkoittaa jatkuvakisko raidetta ja Lk-/Pk-raide tarkoittaa lyhyt kiskoista- ja pitkäkiskoista raidetta. [12; 13]

Taulukko 1. Korkeuspoikkeama [12]

Suurin sallittu nopeus V_{\max} [km/h]	Korkeuspoikkeama [mm]	
	Jk-raide	Lk-/Pk-raide
$120 < V_{\max} \leq 220$	+ 10, -20	
$V_{\max} \leq 120$	+ 10, -30	+20, -50

Uusilla raiteilla korkeusviivan poikkeamat ovat +10...-20 millimetriä, mikäli rata on tarkoitettu korkeintaan nopeuksille 250 km/h. Raide saa olla enintään suunniteltua korkeutta 10 millimetriä ylempänä ja 20 millimetriä alempana. Raiteessa ei saa olla yli 10 millimetrin poikkeamaa kahden pisteen välillä, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 30 metriä. [12; 13.]

Taulukko 2. Vaakapoikkeama [12]

Suurin sallittu nopeus V_{\max} [km/h]	Vaakapoikkeama [mm]	
	Jk-raide	Lk-/Pk-raide
$120 < V_{\max} \leq 220$	± 20	
$V_{\max} \leq 120$	± 30	± 50

Uusilla raiteilla vaakapoikkeama on ± 20 millimetriä, mikäli rata on tarkoitettu korkeintaan nopeuksille 250 km/h. Raide saa olla keskilinjaan nähden sivussa 20 millimetriä. Raiteessa ei saa olla yli 10 millimetrin poikkeamaa kahden pisteen välillä, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 30 metriä. [12; 13.]

3.5 Raiteen mittauspoikkeama

Liikenneviraston laatimassa D15 Geodeettiset mittaustyöt -julkaisussa on määritetty raiteen mittaamiselle laatutavoitteet. Mittauspoikkeama saa olla edellisessä luvussa olevien taulukoiden vaaka- ja korkeuspoikkeama arvoista yksi kolmasosaa. Se tarkoittaa, että uusille radoille, joiden maksiminopeus on korkeintaan 120 km/h saa vaakataason mittauspoikkeama olla ± 10 millimetriä ja korkeintaan 250 km/h nopeuden radoille mittauspoikkeama $\pm 6,7$ mm. Korkeuden suhteen mittauspoikkeama on +3,3...-10mm korkeintaan 120 km/h nopeuden radalla ja +3,3...-6,7 mm korkeintaan 250 km/h nopeuden radoille.[13]

4 Amberg Technologies

Amberg Technologies on maailmanlaajuisesti toimiva sveitsiläinen yritys. Yrityksen toimiala on infrarakentamiseen liittyvien georeferoitujen tietojen kerääminen ja käsittelysovellusten valmistaminen. Amberg Technologies on yli 25 vuoden kokemuksella erikoistunut ratamittaukseen ja järjestelmien toteuttamiseen. [4]

Yritys on kehittänyt järjestelmäratkaisun raidegeometrian ja rataympäristön mittaamiseen, tietojen analysointiin ja arviointiin. Yhdessä Amberg GRP System FX -mittausjärjestelmän ja Amberg Rail 2.0 -ohjelmiston kanssa Amberg Rail tarjoaa tehokkaimpia ja joustavimpia projektikohtaisia järjestelmäsovelluksia ratarakentamisen mittauksiin, radan kunnossapitoon ja vapaan läpikulun (ATU) profiilien mittauksiin. [4]

4.1 Amberg GRP System FX

GRP System FX -mittausjärjestelmä soveltuu erinomaisesti ratageometrian ja sitä ympäröivän ympäristön mittaukseen. Mittausjärjestelmä on kehitetty erittäin modulaariseksi. Siitä voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia mittaustarpeet huomioon ottaen. Mittausjärjestelmä on helposti liikuteltavissa. Siinä on yhdistetty raiteenmittausanturit ja käytettävä mittalaite optimaalisella tavalla. [4]

4.2 Moduuleista koostuva Amberg GRP System FX -mittausvaunu

Mittausvaunu koostuu kolmesta osasta: a) Yhden pyörän osa, johon on integroitu raiteenmittausantureita, kuten (*raideleveyden, kallistus- ja matkanmittauksen anturit*). Raideleveyden anturilla mitataan raiteen leveyttä (kuva 3). Kallistusanturi laskee kiskojen kaltevuuden. Matkanmittausanturin avulla voidaan mittauksia suorittaa suoraan ratakilometrijärjestelmän mukaisessa paikannusjärjestelmässä. b) Raiteenmittausvaunu on sovitettavissa eri raideleveyksille vaihdettavien eripituisten välikappaleiden avulla. c) Kahden pyörän osa koostuu mittausvaunun työntötangosta, maastossa käytettävän tietokoneen telineestä ja mittavaunun jarruista. [5]

Radiomodeemin avulla yhdistetään mittalaitteen ja mittausvaunun väliset yhteydet. Radiomodeemi ja akku on sijoitettu raiteenmittausvaunun yhden pyörän osaan. Mittausvaunua voidaan käyttää 1 000–1 676 mm:n levyisillä raiteilla. [5]



Kuva 3. Raideleveyden mittausanturi (kuva: Janne Rantala ©)

Raiteenmittausvaunun adapteriin voidaan liittää erilaisia moduuleja asiakkaan tarpeen mukaan. Eri moduulivaihtoehdot on lueteltu alla. [5]

- GRP 1000: Prismapylväs GPC 1000 ja tähän Leican pyöröprisma tai 360° prisma (kuva 4).
- GRP 3000: Profiler 110 FX, johon on liitetty moottoroitu prismaton laser-etäisyysmittari ja Leican pyöröprisma tai 360° prisma.
- GRP 5000: Profiler 500x, johon on saatavilla laserskanneri.



Kuva 4. Amberg GRP 1000 System FX -raiteenmittausjärjestelmä (kuva: Janne Rantala ©)

4.3 GRP System FX -mittausperiaate

4.3.1 Stop & Go -mittausmenetelmä (liikkumaton mittaus)

Mittausvaunu pysäytetään haluttuun mittauskohtaan radalla. Radan parametrit mitataan sisäisillä antureilla. Sijainti mitataan takymetrillä tai GNSS-paikannusjärjestelmällä. Mitatut arvot ja havainnot tallennetaan tiedostoon. Tämän jälkeen voidaan mitata muita kohteita rataympäristöstä profiilointilaitteella. Kun tarvittavat mittaukset on suoritettu kyseiseltä mittauspaikalta, siirrytään seuraavaan mittauskohtaan. [5]

4.3.2 Kinemaattinen mittausmenetelmä

GRP System FX -järjestelmän mittausvaunua työnnetään jatkuvasti rataa pitkin kävelyvauhdilla. Mitatut koordinaatit ja radan parametrit tallentuvat automaattisesti maastotietokoneen kovalevyille. [5]

4.4 Amberg Rail 2.0 -ohjelmisto

Ohjelmisto on monipuolinen ja soveltuu raiteilla tapahtuvaan georeferointiin ja ratamittaustehtäviin. Lisäksi ohjelmistoa voidaan käyttää tietojen analysointiin ja käsittelyyn. Tulokset voidaan tulostaa paperille tai tallentaa tiedostoon. Ohjelmistosta on saatavilla ratamittaustehtäviin neljä erilaista sovellusta. [5]

4.4.1 Amberg Survey

Osio Amberg Survey soveltuu raiteilla suoritettavaan kartoitustyöhön, raidegeometria-tietojen tallentamiseen ja laadunvarmistukseen olemassa olevista raiteista. Mittaustietojen perusteella voidaan laskea raidegeometria. [4; 5.]

4.4.2 Amberg Slab Track

Osio Amberg Slab Track soveltuu betoniradan mittauksiin. Osio tunnistaa ja tarkistaa radan asemaa millimetrien tarkasti. Osio on optimoitu betoniradanrakentamisen vaatimuksiin sekä seurantaan ja kunnossapidon tehtäviin betoniradoilla. [4; 5.]

4.4.3 Amberg Tamping

Osio Amberg Tamping soveltuu sepeliradan asennusmittauksiin ja kunnossapidon mittauksiin. Sovellus antaa tärkeitä tiedot ratageometrian sijaintivirheistä. Mittaustiedot voidaan hyödyntää tehokkaasti radantukemiskoneessa. [4; 5.]

4.4.4 Amberg Clearance

Osio Amberg Clearance on suunniteltu aukean tilan ulottuman (ATU- malli) mittauksiin ja sen sisällä esteenä olevien kohteiden tunnistamiseen [4; 5].

5 Amberg Rail 2.0 -ohjelmiston käyttö

Mittaustyön toteuttaminen Amberg Rail 2.0 -ohjelmistolla on kolmivaiheinen prosessi, joka käsittää a) mittausprojektin valmistelevan osuuden, b) mittaustyön toteuttamisen kentällä sekä c) mittaustietojen käsittelyn toimistolla. [5]

Amberg Rail 2.0 -ohjelmistossa luodut työt ovat lähtökohtana kaikelle mittaukselle, joka suoritetaan GRP System FX -mittausvaunulla. Uusi mittaustyö luodaan vaiheittain ohjautusti *työt* kohdasta. Tärkeimmät vaiheet ovat työtyypin valinta, työn nimi, mittalaitteiden valinta ja mittaasetukset. Projektin ja mittaustyön valmistelut voidaan tehdä toimistolla tai maastossa. [5]

5.1 Mittauksen aloitus ja asetukset

Ennen mittaustyön aloittamista on tehtävä seuraavat toimenpiteet: mittausvaunun koaminen, takymetrin asemointi ja tarvittavien kaapeliliitokset tekeminen. Tehtyjen toimenpiteiden jälkeen voidaan käynnistää erillinen mittaustoiminto. Mittaustoiminto käynnistetään työt osion alta *Mittaa!* kohdasta. Mittaustoiminto opastaa käyttäjää vaiheittain mittaustyön alkuun pääsemiseksi. [5]

Start-toiminnolla aloitetaan mittaus. *Stop*-toiminnolla lopetetaan mittaus ja *End*-toiminnolla lopetetaan mittausvaunun mittaus asetukset. [5]

6 Mittauskalusto ja sovelluskohteet

6.1 Mittauslaitteet

Ambergin mittausvaunun paikannusratkaisun selville saamiseksi tarvitaan mittalaite. Yhteensopivia ovat Leica Geosystems:n mittauslaitteet, kuten Leican TPS-sarjan takymetrit sekä kuvan 5 mukainen TS30-takymetri tai Leican GNSS-laitteet. VR Track Teknologiakehitys ja mittaus -yksikön käytössä on TS30-takymetri, jota käytetään mittausvaunun yhteydessä kuten kuvassa 6. [7]

Leica TS30 on elektroninen takymetri. Laitteen kulmanlukutarkkuus on 0,5". Mittalaite on valmistajan tarkin maastotakymetri. Kulmanlukutarkkuutensa ansiosta laite soveltuu erinomaisesti jonomittaukseen ja mittausvaunulla suoritettavaan ratamittaukseen. [7]



Kuva 5. Leican TS30-takymetri [16]



Kuva 6. Takymetri orientoituna (kuva: Janne Rantala ©)

7 Laadunvarmistus mittausvaunulle

Laadunvarmistuksella turvataan lopputuotteen laatu. Laatu on erittäin moniselitteinen ja laaja käsite. Laadulla tarkoitetaan tuotteen tai palvelun kykyä täyttää omistajan, käyttäjän ja ympäristön tarpeet ja odotukset. Rautatieympäristön mittauksien mittaustarkkuus perustuu mittausperustan tarkkuuteen. Mittausperusta on tärkeä osa suunniteltua mitausta. Laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkia niitä suunniteltuja ja järjestelmällisiä toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että tuote tai palvelu tulee täyttämään asetetut laatuvaatimukset. [18]

Mittausperusta on keskeinen osa suunnittelun mittaustietoa. Mittausperustan avulla hankkeelle muodostetaan koordinaatisto ja se sidotaan valtakunnalliseen koordinaattijärjestelmään. Tämä tarkoittaa hankkeen alueella maastoon pysyvästi rakennettavia kiintopisteitä, joille määritetään sekä taso- että korkeuskoordinaatit geodeettisin mittauksin. [17, s. 11]

Raidemittauksen taso- ja korkeussijainnin tarkkuusvaatimuksen maksimivirhe on ± 20 mm. Tärkeä osa laadunvalvontaa on jatkuva työnaikainen laadunvalvonta. Varhaisessa vaiheessa havaitut laatupoikkeamat voidaan korjata. [13]

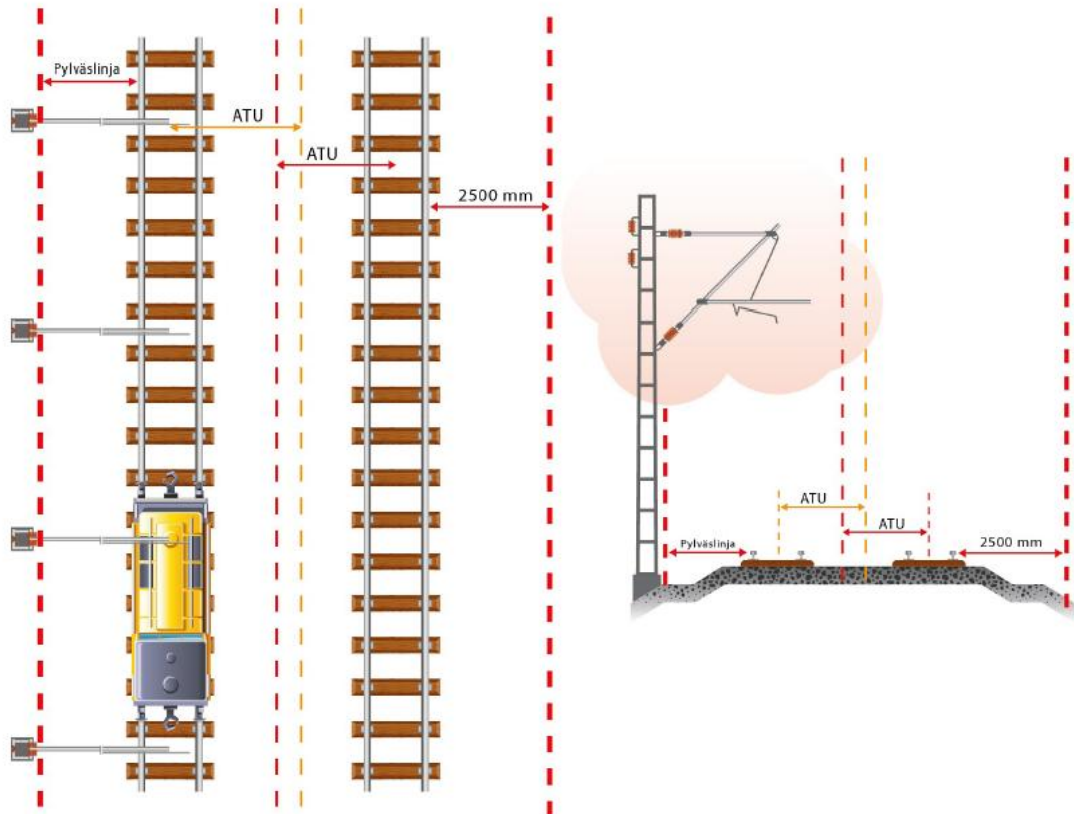
8 Työskentely rautatieympäristössä ja työturvallisuusasiat

Rautatiealueella liikkuminen ja työskentely sallitaan henkilöiltä, jotka ovat saaneet koulutuksen rautatieympäristössä työskentelyyn. Rautatiealueella saa liikkua, jos työtehtävät niin edellyttävät. Rautatiealueella liikkuminen ja työskentely tulee toteuttaa ensisijaisesti ratatyön ulottuman ulkopuolella. Suurin osa mittaustehtävistä tehdään ratatyön suojaulottuman sisäpuolella junaliikenteeltä saaduissa työraoissa. Työskentely ratatyön suojaulottuman sisäpuolella on sallittua liikenteenohjauksen luvalla. Työskentely ratatyön suojaulottuman sisäpuolella turvamiesmenettelyllä on sallittua, kun raiteen suurin nopeus on ≤ 40 km/h. Työskentely ≥ 140 km/h -nopeuksilla radoilla vaatii aina ratatyöluvan. Liikkuminen ja työskentely tunneleissa, silloilla ja muissa paikoissa, jossa ei ole väistö ja näkemäaluetta edellyttää liikenteenohjaukselta ratatyöluvan. Ratatyön suojaulottuma on kuvattu kuvassa 8. [8]

Sähköiskun vaara radan suojaulottuman sisällä työskennellessä on todellinen, kun mitaushenkilöstön käytössä on prismasauva tai GNSS-mittauskalusto. Sähköradan jännitteellisiin rakenteisiin on varattava 2 metrin suojaetäisyys. Suojaetäisyyttä ei tule mitata. Jokaisella henkilöllä on henkilökohtaiset huomioväitteet ja suojavarusteet.

Ratatyön suojaulottuma

Ratatyön suojaulottuman (RSU) reunan etäisyys on yksiraiteisella radalla 2,5 metriä lähimmästä kiskosta tai sähköradan pylväslinja. Useampiraiteisella radalla tai ratapihalla 2,5 metriä uloimpien raiteiden uloimmasta kiskosta tai sähköradan pylväslinja. Raiteiden välissä RSU on sama kuin aukean tilan ulottuma (ATU). [8, s. Liite 1]



Kuva 7. Ratatyön suojaulottuma [8, liite1]

9 Testimittauksen tuloksia ja johtopäätöksiä

Testimittaus suoritettiin marraskuussa 2012 viikolla 47 Lielähti–Kokemäki-rataosuuden rataosalla välillä Nokia–Siuro. Testimittaus paikaksi valikoitui Lielähti–Kokemäki rataosuus, koska VR Trackillä on meneillään rataosuudella iso radanperusparannusurakka. Rataosuudella oli kymmenen tunnin käyttökatko, joka oli hyvä asia mittausvaunun testimittaukselle. Rataosuudella oleva mittausperusta on jonomitattu ja tarkkavaaittu edellisenä syksynä.

Testimittauksissa tarkoituksena oli selvittää mittausvaunun käyttöä. Testimittaukset tehtiin Amberg Rail 2.0 Survey -osiolla. Mittaukset tehtiin kertamittausmenetelmällä (Stop & Go).

Lähteet

- 1 VR -konserni. 2013. Yrityksen WWW-sivut. Verkkodokumentti. <<http://www.vr-konserni.fi/fi/index.html> > Luettu 9.1.2013
- 2 VR -konsernin vuosiraportti. 2012. Verkkodokumentti. <<http://www.vrgroupraportti.fi/etusivu> > Luettu 13.3.2013
- 3 VR Track. 2013. Yrityksen WWW-sivut. Verkkodokumentti. <<http://www.vrtrack.fi/fi/index.html> > Luettu 9.1.2013
- 4 Ambergin Technologies. 2013. Yrityksen WWW-sivut. Verkkodokumentti. <http://www.ambergtechnologies.ch/en> Luettu 5.2.2013
- 5 Amberg Rail 2.0. Manuaalit
- 6 VR Track. Esitteet ja mainokset
- 7 Leica Geosystems. TS30/TM30 Käyttäjän käsikirja. 2009 versio 1.1.
- 8 Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). 2012. Liikenneviraston ohjeita. Helsinki Liikennevirasto
- 9 Ratatekniset ohjeet (RATO), Osa 2 Radan geometria, 2010. Liikenneviraston ohjeita. Helsinki Liikennevirasto
- 10 Tavast Miikka 2002. Mittauskaluston vaatimukset. Mittaustyöohjeita VR Track OY.
- 11 Rautatiet. WWW-sivut. Verkkodokumentti Liikennevirasto. 2013. <<http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/rautatiet> >Luettu 28.2.2013
- 12 Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 13 Radan tarkastus.2004. Liikenneviraston ohjeita. Helsinki Liikennevirasto.
- 13 Geodeettiset mittaukset. 2003. Ratahallintokeskuksen julkaisuja D15. Helsinki Liikennevirasto.
- 14 Taimela Reijo 2012. Raidegeometria. Helsinki. Liikennevirasto.
- 15 Laurila Pasi 2010. Mittaus ja kartoitustekniikan perusteet. Julkaisusarja D13 Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

- 16 Leica TS30. WWW-sivut. Verkkodokumentti.< <http://www.instop.es> > Luettu 5.3.2013
- 17 Maastotietojen hankinta- Toimintaohjeet. 23/2011. liikenneviraston ohjeita. Helsinki Liikennevirasto
- 18 Kråknäs Pasi. 2013 Kehitysinsinööri. Keskustelu 27.3.2013.
- 19 Sundström Saara. 2012. Raidegeometriatiedon laadunvarmistus KoneGIS-järjestelmässä. Insinöörin ylempi AMK Opinnäytetyö. Metropolian Ammattikorkeakoulu